

Nome: _____ ; Nº de aluno: _____ ; Turma: _____

2ª Ficha de Avaliação – Teórica – Prazo limite de entrega: Ver Moodle

- A resposta à ficha é individual.
- A bibliografia a consultar é a recomendada para a disciplina. Pode e deve procurar mais informação em outras fontes (ex: os livros da biblioteca, as normas e a Internet).
- Deve justificar convenientemente todas as suas respostas quer das perguntas de desenvolvimento, quer das perguntas de escolha múltipla.
- Recorra ao seu professor para esclarecer as dúvidas.

Estudo prévio

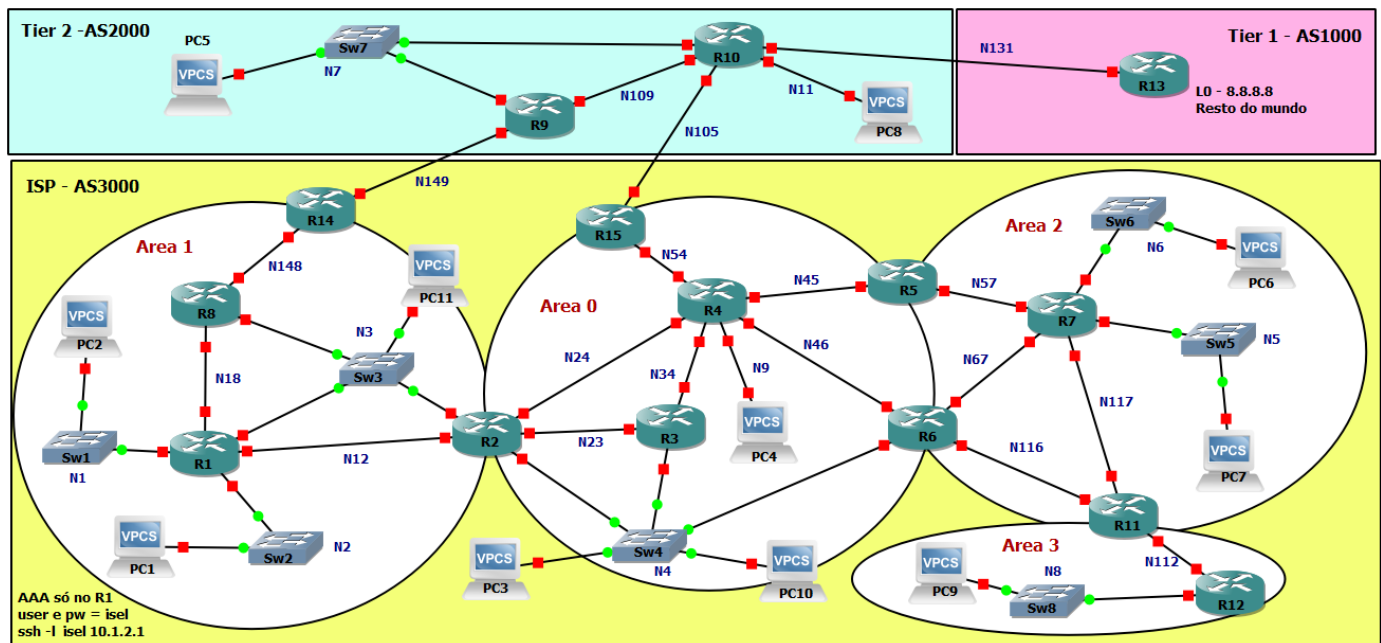
Para a elaboração deste trabalho deve consultar, entre outra, a seguinte bibliografia:

- “Sam Halabi, **OSPF DESIGN GUIDE**, Cisco Systems, April, 1996”
(http://www.cisco.com/en/US/tech/tk365/technologies_white_paper09186a0080094e9e.shtml)
- Folhas/acetatos da disciplina
(<http://www.deetc.isel.ipl.pt/redesdecomunic/disciplinas/RI/acetatos/OSPF%20rotas.pdf>)
- RFC 2328 referente ao OSPFv2 (<http://www.ietf.org/rfc/rfc2328.txt>)
- Documentação disponibilizada sobre BGPv4

Para além da bibliografia aqui sugerida e da documentação disponibilizada pelo docente pode consultar a Internet e tem mais umas dezenas de livros sobre redes na biblioteca do ISEL que pode consultar.

OSPF

Considere a seguinte topologia:



Para a resolução desta parte da ficha sobre OSPF tenha em consideração o enunciado do trabalho nº 2.

Sugestão: Pode testar no GNS3 com o TP2 a validade das suas respostas às perguntas relacionadas com a topologia do trabalho.

O plano de endereçamento obedece ao padrão indicado no enunciado do trabalho prático nº 2. Os *routers* não têm interfaces de *loopback* ativas e o OSPF só é iniciado após todas as interfaces estarem configuradas. No sistema autónomo 2000 (AS2000) corre RIPv2. Considere que as rotas Inter-AS são exportadas no sentido do AS 2000 para o AS da empresa (AS3000) como tipo 2 e com um custo de 1000. Os *switches* da figura têm ligados PC e outros equipamentos que não foram representados na figura. Todas as interfaces físicas dos *routers* com ligações *point-to-point* estão configuradas como tal. Leia todo o enunciado antes de começar a resolver a ficha. As respostas podem ser testadas experimentando no simulador.

- 1) Como se evita que o *router* R15 envie mensagens OSPF para R10? **A interface de saída do R15 para o R10 tem de ser configurada como passiva.**
- 2) A topologia da figura é uma árvore a 2 níveis como o OSPF requer? **Não a área 3 terá de ser ligada à área de backbone via um virtual link.**
- 3) Na rede N24 é eleito um DR? **Por omissão sim. Ethernet é uma rede do tipo BMA. (Broadcast Multiple Access). Para não ser eleito um DR a ligação deve ser configurada como ponto a ponto.**
- 4) Quem são os vizinhos do R1? **R2, R8**
- 5) Quantos DR existem na área de *backbone* e quem são? **Por omissão tantas quanto as redes BMA, que são todas. Se forem devidamente configuradas no caso de serem *point-to-point* apenas uma, R6**
- 6) Quais os *routers* que são adjacentes a R2 e do R15? **R2: A1:R1, R8; A0: R3, R4 e R6; R15: R4**

- 7) Se alterarmos a prioridade das interfaces para que o OSPF escolha outros *designated routers* isso afeta a tabelas de *routing*? Não, apenas as LSA DB.
- 8) Se no R1 pretender diminuir o intervalo dos Hello trocados com o R8 o que teria de fazer para que a rede continuasse a funcionar sem problemas? Tem de mudar nos dois *routers* para valores iguais. O valor deste intervalo tem de ser igual em toda a rede?
- 9) Quem gera os LSA tipo 4 que circulam na área 1 e que ASBR anunciam? R2 gera e anuncia o ASBR R15.
- 10) Todas as áreas do AS 3000 podem ser *stub*? Não. A área de *backbone* não poderia ser *stub*.
- 11) A Área 1 do AS 3000 pode ser configurada como área *Tottaly stub*? Não porque tem um ASBR. E como área NSSA? Pode.
- 12) Quantos “mapas” baseados em LSA terá o R6? 3, áreas 0, 2 e 3.

13) Indique qual a base de dados de LSA (LSDB) da área 3.

Área	Tipo LSA	LS ID	Conteúdo (resumo dos principais atributos, por exemplo: endereços e métricas)
...

14) Indique a tabela de encaminhamento do R12.

Destino/Prefixo	Para onde envia	Por onde envia	Métrica
...

15) Indique a tabela de encaminhamento do R14.

Destino/Prefixo	Para onde envia	Por onde envia	Métrica
...

16) Como é representada em cada uma das tabelas anteriores a rota para a rede N131? No ASBR quem fornece a rota para a tabela de *routing*, o OSPF ou o RIP? Justifique as diferenças nas rotas das tabelas, se existirem.

17) Indique a tabela de encaminhamento de R10.

Destino/Prefixo	Para onde envia	Por onde envia	Métrica
...

18) Qual a consequência de ter dois ABR entre as áreas 0 e 2 (por exemplo nas tabelas de *routing* de R3)? Ambos gerariam LSA tipo 1 e LSA tipo 3 para as áreas 0 e 2, podendo aparecer rotas balanceadas nos *routers* destas áreas.

19) Se as rotas RIP fossem introduzidas no AS que corre OSPF como sendo External Type-1:

router ospf 1

redistribute rip metric 1000 metric-type 1 subnets

quais seriam as diferenças nas tabelas de encaminhamento? Type 1 soma tudo, o custo interior com o exterior, type 2 é apenas o exterior (métricas)

20) Se for adicionada a rede 200.16.2.0/24 a R8 numa das suas interfaces que estavam livres, quais as mensagens OSPF que este enviaria aos restantes *routers* e quais as consequências em termos base de dados de LSA e das tabelas de *routing*? LSA Update com um LSA type 1 com mais um Link type novo tipo 3 com o Link Id 200.16.2.0.

Link Type	Description	Link ID
1	Point-to-point connection to another router.	Neighbor router ID
2	Connection to transit network.	IP address of DR
3	Connection to stub network.	IP Network
4	Virtual Link	Neighbor router ID

21) Quais seriam os inconvenientes de utilizar RIPv1 na rede do AS 2000? O RIPv1 não suporta máscaras no endereços IP e como tal a utilização de blocos não coincidentes com as classes A, B ou C seria problemática.

22) Tendo em consideração a mensagem OSPF reproduzida abaixo, indique [Genérica, nada diretamente a ver com o TP2]:

- Como se justifica o valor do endereço destino usado a nível 2 (Ethernet)? É um endereço *multicast* resultante da obtenção do endereço MAC a partir do endereço IP de *multicast* (224.0.0.5)
- Quem enviou a mensagem? 10.4.1.5
- O que indica a mensagem em termos de OSPF? LS Update, transporta um LSA tipo . NSSA AS-External-LSA (7) gerado pelo ASBR 172.16.0.5 o qual está na área 1 (LSA tipo 7 não transitam de área).

```

Frame 71: 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: ca:06:0c:b8:00:08 (ca:06:0c:b8:00:08), Dst: IPv4mcast_00:00:05 (01:00:5e:00:00:05)
Internet Protocol Version 4, Src: 10.4.1.5 (10.4.1.5), Dst: 224.0.0.5 (224.0.0.5)
Open Shortest Path First
  OSPF Header
    OSPF Version: 2
    Message Type: LS Update (4)
    Packet Length: 64
    Source OSPF Router: 172.16.0.5 (172.16.0.5)
    Area ID: 0.0.0.1
    Packet Checksum: 0xd400 [correct]
    Auth Type: Null
    Auth Data (none)
  LS Update Packet
    Number of LSAs: 1
    LS Type: NSSA AS-External-LSA
    LS Age: 3600 seconds
  
```

Do Not Age: False
Options: 0x28 (DC, NP)
LS Type: NSSA AS-External-LSA (7)
Link State ID: 172.16.1.0
Advertising Router: 172.16.0.5 (172.16.0.5)
LS Sequence Number: 0x8000002b
LS Checksum: 0x630a
Length: 36
Netmask: 255.255.255.0
External Type: Type 1
Metric: 16777215
Forwarding Address: 10.4.1.5
External Route Tag: 0

23) Quais as principais diferenças se o AS 3000 fosse uma única área (tabelas de *routing*, LSA, etc.)? Só existiriam LSA tipo 1, 2 e 5 nas LSDB que seriam todas iguais e as tabelas de *routing* incluiriam rotas explícitas para cada uma das redes do domínio OSPF.

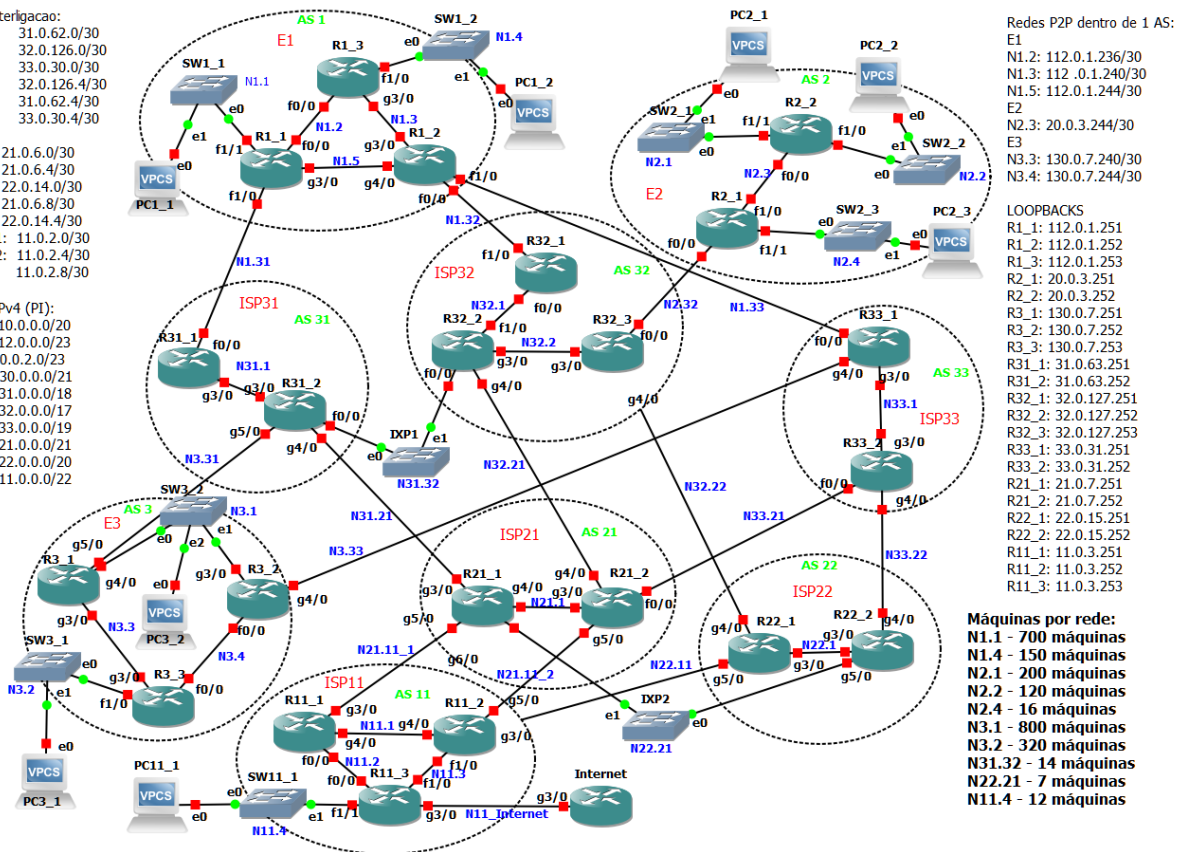
Redes Interligacao:

N1.31: 31.0.62.0/30
 N1.32: 32.0.126.0/30
 N1.33: 33.0.30.0/30
 N2.32: 32.0.126.4/30
 N3.31: 31.0.62.4/30
 N3.33: 33.0.30.4/30

 N31.21: 21.0.6.0/30
 N32.21: 21.0.6.4/30
 N32.22: 22.0.14.0/30
 N33.21: 21.0.6.8/30
 N33.22: 22.0.14.4/30
 N21.11_1: 11.0.2.0/30
 N21.11_2: 11.0.2.4/30
 N22.11: 11.0.2.8/30

Blocos IPv4 (P1):

E1.1 - 110.0.0.0/20
 E1.2 - 112.0.0.0/23
 E2 - 20.0.2.0/23
 E3 - 130.0.0.0/21
 ISP31 - 31.0.0.0/18
 ISP32 - 32.0.0.0/17
 ISP33 - 33.0.0.0/19
 ISP21 - 21.0.0.0/21
 ISP22 - 22.0.0.0/20
 ISP11 - 11.0.0.0/22



Redes P2P dentro de 1 AS:

E1
 N1.2: 112.0.1.236/30
 N1.3: 112.0.1.240/30
 N1.5: 112.0.1.244/30
 E2
 N2.3: 20.0.3.244/30
 E3
 N3.3: 130.0.7.240/30
 N3.4: 130.0.7.244/30

LOOPBACKS

R1_1: 112.0.1.251
 R1_2: 112.0.1.252
 R1_3: 112.0.1.253
 R2_1: 20.0.3.251
 R2_2: 20.0.3.252
 R3_1: 130.0.7.251
 R3_2: 130.0.7.252
 R3_3: 130.0.7.253
 R31_1: 31.0.63.251
 R31_2: 31.0.63.252
 R32_1: 32.0.127.251
 R32_2: 32.0.127.252
 R33_1: 33.0.31.251
 R33_2: 33.0.31.252
 R21_1: 21.0.7.251
 R21_2: 21.0.7.252
 R22_1: 22.0.15.251
 R22_2: 22.0.15.252
 R11_1: 11.0.3.251
 R11_2: 11.0.3.252
 R11_3: 11.0.3.253

Máquinas por rede:

N1.1 - 700 máquinas
 N1.4 - 150 máquinas
 N2.1 - 200 máquinas
 N2.2 - 120 máquinas
 N2.4 - 16 máquinas
 N3.1 - 800 máquinas
 N3.2 - 320 máquinas
 N31.32 - 14 máquinas
 N22.21 - 7 máquinas
 N11.4 - 12 máquinas

- 1) Na figura acima, assumindo que no AS1 é utilizado OSPFv2 como IGP, se do PC1_2 fizer um *ping* a um dos *loopbacks* do R11_3 qual a rota seguida pelas mensagens ICMP dentro do AS1 e o que é que influencia o caminho seguido pelos respetivos pacotes IPv4 e qual o *router* de fronteira (R1_1 e R1_2) que é escolhido para enviar para o exterior os pacotes IPv4 que transportam as mensagens ICMP? O caminho percorrido em ambos os sentidos é o mesmo? Os caminhos dentro do domínio/rede OSPF são influenciados pelo custo das ligações. Este corresponde à soma do custo dos troços atravessados. Nos *routers* da Cisco, o custo de um troço é igual a $10^8 / \text{débito do troço}$. Se a rede OSPF possuir troços com débito superior a 10^8 deve-se alterar este valor em todos os *routers* do domínio OSPF para outro maior que faça sentido, por exemplo 10^{10} . Quando a rota inclui igualmente troços fora do domínio OSPF é necessário entrar com os custos anunciados pelo ASBR. Existem dois tipos de rotas, as do tipo 1 e as do tipo 2. Nas primeiras o custo interno é somado ao custo externo anunciado pelo ASBR para determinar o custo total. Nas do tipo 2 apenas interessa o valor anunciado pelo ASBR. Por omissão o OSPF usa as do tipo 2. O caminho percorrido em cada sentido depende das tabelas de *routing* e, neste caso, não há nada que garanta que as rotas são idênticas em ambos os sentidos dado que o *router* de fronteira (ASBR) a que chegam ao entrar depende do BGP.
- 2) Para que nenhum gestor de outros AS fique a conhecer detalhadamente a topologia da nossa rede quais os cuidados que devemos ter? Configurar as ligações entre o nosso AS e os outros como ligações OSPF passivas. Evita-se assim que outros obtenham informações sobre a nossa rede via OSPF.
- 3) Na figura existe um IXP entre os ISP31 e ISP32 (AS31 e AS32) o qual tem como objetivo que o tráfego entre estes ISP seja realizado diretamente sem necessitar passar pelo AS do ISP do *tier* acima (AS21). Apesar do AS *path* ser menor via IXP quais os outros cuidados que é necessário ter para garantir que o tráfego IPv4 entre estes dois AS passe mesmo pelo IXP em vez de passar pelo AS acima (AS21)? Sendo

o AS_path menor via IXP esta seria a rota escolhida entre os ISP31 e o ISP32. Não acontece assim se se usar atributos BGP que influenciem a rota ou se não se tiver cuidado com o anúncio dos endereços IPv4 das várias interfaces envolvidas, nomeadamente via OSPF, e na sua inclusão nas tabelas de *routing*.

- 4) No AS1 existem dois *routers* de fronteira (ASBR em OSPF) com ligações aos ISP. Indique se existe uma forma, e se sim qual, para, via OSPFv2 apenas, influenciar o tráfego IPv4 de saída para o “resto do mundo” de maneira que este saísse todo via a ligação N1.31 e se esta falhar sair em alternativa via N1.32 ou N1.33. Assuma que apenas tem o controlo do AS1.

Anunciar, ou não, pelo OSPF as rotas externas para as redes destino no ISP; manipular, via OSPF, o custo das rotas externas anunciados pelos ASBR para atingir as redes externas ao AS1, na redistribuição de endereços do BGP para o OSPF pode-se manipular o custo anunciado pelos ASBR para que os outros *routers* prefiram uma rota de saída via R1_1 em vez de via R1_2.

- 5) Qual a razão pela qual o iBGP necessita que as tabelas de *routing* de um AS já estejam estabilizadas antes do IBGP poder estabelecer sessões com outros *routers* do AS? O BGP corre em cima de TCP e este de IP pelo que se as rotas não existirem (entradas nas respetivas tabelas dos *routers*) não será possível estabelecer uma rota entre os *routers* que correm iBGP pelo que a sessão TCP não poderá ser estabelecida.
- 6) Como é evitado que existam *loops* internos dentro de um AS provocados por tráfego entre os *routers* que correm iBGP? Todos os *routers* que correm BGPv4 (iBGP) num AS devem ter sessões estabelecidas com todos os outros *routers* do mesmo AS (*full-mesh*) e, para evitar loops internos no AS devido ao BGP, os *routers* internos não anunciam aos outros *routers* internos rotas aprendidas a partir de outros *routers* BGP internos ao mesmo AS.
- 7) Quais as diferenças entre os AS tipo Trânsito e os do tipo *Multihomed*? Um AS do tipo Trânsito pode-se ligar a vários AS, ISP e clientes, e pode deixar passar através dele tráfego que não tem origem nele nem a ele se destina. Um AS *multihomed* pode ligar-se a vários AS mas o AS é destino final ou de origem de todo o tráfego, não permitindo o trânsito através deles de tráfego destinado a outros AS com origem que não seja ele.
- 8) Qual é o tipo de AS da Empresa 2 (E2)? *Stub*.
- 9) Pode-se substituir num AS um protocolo de *routing* interno (IGP), como o OSPF, pelo iBGP? Não. o iBGP é usado apenas para comunicar rotas entre *routers* BGP. Um *router* iBGP não ensina rotas internas a outros *routers* via iBGP.
- 10) Como é que um *router* a correr BGP indica aos seus vizinhos BGP que continua “vivo”? Existem vários mecanismos sendo que o primeiro é via TCP. Se a ligação TCP “cair” os vizinhos sabem que perderam a ligação entre eles. Se a ligação não “cair” pode acontecer que o BGP do vizinho tenha “morrido”. Para que os vizinhos tenham a certeza que os outros continuam “vivos” existe a troca periódica de mensagens de KeepAlive. Se após um intervalo de tempo (*hold time*) pré-definido não forem recebidas estas mensagens pode ser assumido que o vizinho “morreu”.
- 11) Uma tabela de *routing* contem rotas para diversos destinos. Essas rotas são caracterizadas principalmente pelos seguintes elementos: Rede destino, máscara, para onde enviar (next hop), por onde enviar (interface) e custo/métrica. Descreva a forma como o BGP consegue obter, a partir da informação/atributos, como os dos tipos AS_Path e Next Hop, as rotas com a informação necessária para a tabela de *routing* (Rede destino, Máscara, Para onde enviar (next hop), Por onde enviar (interface) e custo/métrica). O atributo AS_Path anuncia um prefixo (IP/máscara) e um caminho em termos dos AS a percorrer até à rede que possui o prefixo anunciado. O atributo Next-Hop indica o endereço IP da interface pertencente ao *router* BGP vizinho no próximo AS da lista de AS a percorrer.

Relembre-se que um *router* para encaminhar um pacote apenas tem de saber como o entregar ao *router* seguinte na direção do destino, o próximo *router* fará o mesmo.

12) Qual são as mensagens BGP enviadas por um *router* que detete que o caminho para uma rede/prefixo se alterou? Uma mensagem BGP de Update com informação de Withdrawn para o prefixo em causa e a atualização com a nova rota.

13) Se para um determinado destino/prefixo existirem várias rotas calculadas via rotas estáticas e BGP quais é que irão aparecer na tabela de *routing* de um determinado *router* que suporte ECMP? Irão aparecer as rotas estáticas dado possuírem uma distância administrativa inferior. Neste caso só aparecerá mais do que uma rota (ECMP) se, por exemplo, existirem duas rotas estáticas com o mesmo custo. Rotas calculadas por diferentes métodos para um mesmo prefixo, usando a distâncias administrativas por omissão, nunca aparecerão na tabela em simultâneo.

14) Em relação ao BGP, indique quais as afirmações que estão corretas:

- ☐ O BGP é um protocolo do tipo *vector distance*
- ☐ O atributo *Weight* influencia o processo decisão de quais as rotas a colocar na tabela de *routing* #
- ☐ O atributo NEXT_HOP é do tipo *well-known optional* podendo ou não ser incluído nos prefixos anunciados
- ☐ Um AS onde se use iBGP não necessita de outro protocolo de encaminhamento (IGP) como, por exemplo, RIPv2

15) Em relação ao protocolo BGP

- ☐ O atributo WEIGHT não é trocado entre *routers* do mesmo AS #
- ☐ O atributo LOCAL_PREF é incluído em anúncios de prefixos via eBGP
- ☐ É possível garantir o percurso do tráfego de saída do AS com os atributos LOCAL_PREF e WEIGHT #
- ☐ Para evitar tráfego de trânsito um AS deve aplicar o atributo COMMUNITY=no-export às rotas exportadas para os seus AS vizinhos
- ☐ Um AS que receba informação MULTI_EXIT_DISC (MED) associada a determinado prefixo deve propagá-la para todos os AS vizinhos exceto para aquele de onde o recebeu

16) Assuma que um *router* BGP aprendeu o mesmo prefixo a partir de dois *peers* eBGP diferentes. A informação de AS_PATH recebida do peer1 é {2345, 86, 51}, e a recebida do peer2 é {2346, 51}. Quais são os atributos que podem ser ajustados de forma a preferir a rota anunciada pelo peer1? Não se esqueça de justificar a sua resposta.

- ☐ ORIGIN
- ☐ WEIGHT # porque se sobrepõe em termos de prioridade ao atributo AS_Path
- ☐ LOCAL_PREF # porque se sobrepõe em termos de prioridade ao atributo AS_Path
- ☐ MULTI_EXIT_DISC
- ☐ Nenhum dos acima

17) Acedendo remotamente a uma interface Web de “Looking Glass” foi obtida a informação abaixo acerca das rotas até à rede 192.104.48.0/24 usada por alguns servidores do campus. (Experimente por exemplo indo a: <https://lg.telia.net/>)

```
Command: show ip bgp 192.104.48.0

BGP routing table entry for 192.104.48.0/24

 3356 20965 1930, via 213.242.73.73

      Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, internal

20965 1930, via 62.40.124.21

      Origin IGP, localpref 200, valid, external

20965 1930, via 62.40.124.105

      Origin IGP, localpref 100, valid, external
```

- a) Qual o AS em que se situa a rede 192.104.48.0? **AS1930 - Rede Ciencia Tecnologia e Sociedade (RCTS)**
- b) Qual das 3 rotas será a seleccionada para o percurso entre o AS em questão e o campus do ISEL? Justifique. **Não são mencionados WEIGHT, LOCAL_PREF = 100 em 2 rotas e 200 noutra, nenhuma foi originada localmente, #2 e #3 têm o AS_PATH mais curto, de entre estas o ORIGIN é igual (IGP), não têm informação MED, será portanto seleccionada a rota #2 por ter o Local Preference maior.**
- c) A quem pertencem os AS que compõem o primeiro percurso {3356 20965 1930}? (pesquise no site do RIPE - WHOIS)

AS3356 Level 3 Communications

AS20965 The GEANT IP Service

AS1930 Rede Ciencia Tecnologia e Sociedade (RCTS)